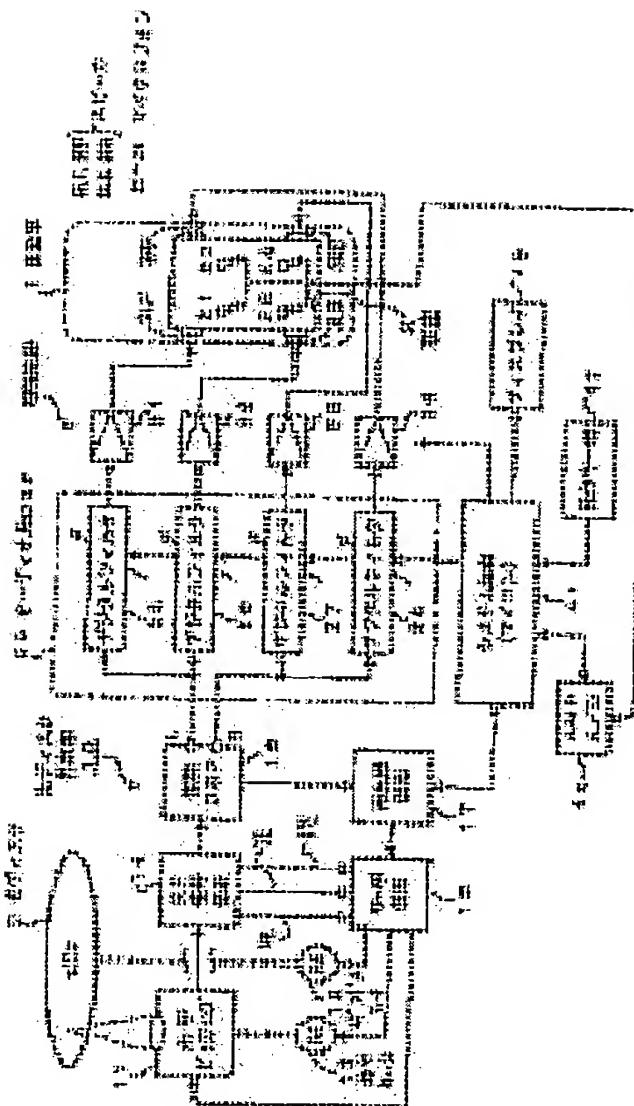


Abstract of JP 2000261900 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sound field correction method by which a standing wave is controlled at all listening positions so as to correct a frequency characteristic and to provide an acoustic device. **SOLUTION:** The acoustic device is provided with microphones 21-24 installed at optional positions in a room 2, speakers 3LF, 3RF, 3LB, 3RB that measure acoustic characteristics at the positions, analyze the measured values and installed at prescribed positions in the room, and with a system control circuit 41 that controls audio signals supplied to the speakers 3LF, 3RF, 3LB, 3RB on the basis of the analyzed value, and controls a standing wave at an optional listening position so as to correct the frequency characteristic thereby making the frequency characteristic flat at the listening position through changing the frequency characteristic in the room.; Furthermore, the sound pressure level at the measured position can closely be made constant thereby reducing a sound pressure difference within a listening plane.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-261900
(P2000-261900A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.⁷

H 04 S 7/00

H 04 R 3/04

識別記号

101

F I

H 04 S 7/00

H 04 R 3/04

テマート⁷ (参考)

Z 5 D 0 2 0

5 D 0 6 2

101

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-61939

(22) 出願日

平成11年3月9日 (1999.3.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 黒岩 仁

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 千勝 正弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

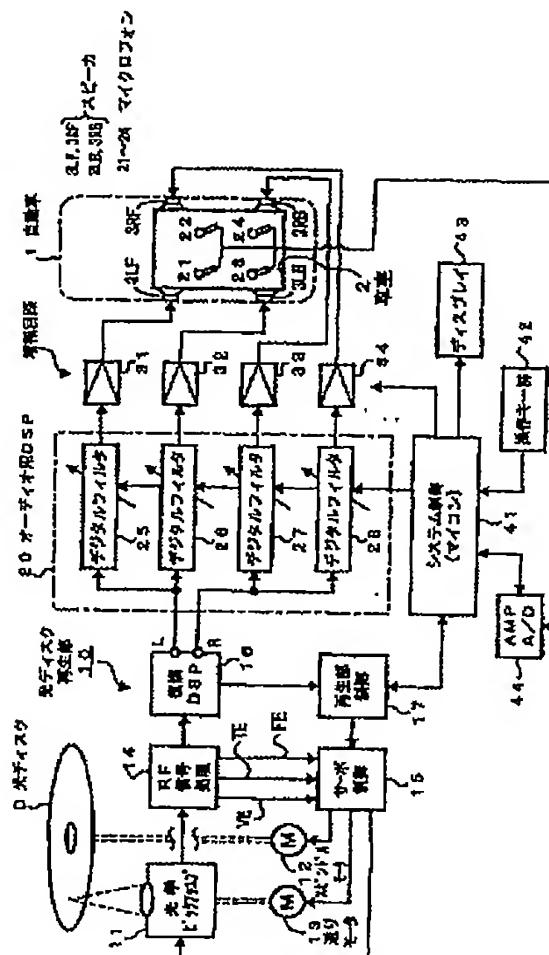
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音場補正方法および音響装置。

(57) 【要約】

【課題】 全ての聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正する音場補正方法および音響装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 音響装置は、室内2の任意の位置に設置されたマイクロホン21～24と、上記位置における音響特性を測定し、測定値を解析し、室内の所定位置に設置されたスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBと、解析値を基に、スピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBに供給されるオーディオ信号を制御するシステム制御回路41とを備え、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するので、室内の周波数特性を変化させて、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。



本実施の形態の音響装置の構成を示すブロック図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、

上記位置における音響特性を測定し、

上記測定値を解析し、

上記解析値を基に、上記室内の所定位置に設置されたスピーカに供給されるオーディオ信号を制御することにより、

任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正する音場補正方法。

【請求項2】 請求項1記載の音場補正方法において、上記測定位置は聴取位置に設置することを特徴とする音場補正方法。

【請求項3】 請求項1記載の音場補正方法において、上記測定点数と同数のスピーカの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正することを特徴とする音場補正方法。

【請求項4】 請求項3記載の音場補正方法において、上記室内の略全域の聴取位置の周波数特性を補正することを特徴とする音場補正方法。

【請求項5】 請求項1記載の音場補正方法において、上記室内は車両の室内であることを特徴とする音場補正方法。

【請求項6】 室内の任意の位置に設置されたマイクロホンと、

上記位置における音響特性を測定する測定手段と、

上記測定値を解析する解析手段と、

上記室内の所定位置に設置されたスピーカと、

上記解析値を基に、上記スピーカに供給されるオーディオ信号を制御する制御手段と、

を備え、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正する音響装置。

【請求項7】 請求項6記載の音響装置において、上記測定手段による測定位置は聴取位置に設置することを特徴とする音響装置。

【請求項8】 請求項6記載の音響装置において、上記制御手段は、上記測定手段による測定点数と同数のスピーカの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正することを特徴とする音響装置。

【請求項9】 請求項8記載の音響装置において、上記制御手段は、上記室内の略全域の聴取位置の周波数特性を補正することを特徴とする音響装置。

【請求項10】 請求項6記載の音響装置において、上記制御手段は、演算手段と、供給されるオーディオ信号を制御するスピーカ数と同一またはそれ以上の数のFIR型デジタルフィルタとを有することを特徴とする音響装置。

【請求項11】 請求項10記載の音響装置において、上記演算手段は、上記FIR型デジタルフィルタにおける係数を演算することを特徴とする音響装置。

【請求項12】 請求項6記載の音響装置において、上記室内は車両の室内であることを特徴とする音響装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば車両の室内における音場を補正する音場補正方法および音響装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、車両の室内の音響特性の調整を行う制御技術が提案されており、代表的な制御技術として、定在波の除去（特開平9-327086号公報）および遅延時間の適正化（特開平10-161667号公報）などがある。

【0003】 第1に、定在波除去の技術は、特開平9-327086号公報に記載されているように、スピーカーから出力される音を原音に近いものとして収音し、室内の反射音の影響を除去した音場を形成するものであり、スピーカーから出力される音をその直前で収音し、この収音した音の音圧レベルを可聴周波数帯域の略全域に亘って±4dB以内に収めるように第1補正手段で調整し、所望の受音点で収音した音の音圧レベルを可聴周波数帯域の略全域に亘って±4dB以内に収めるように第2補正手段で調整するものである。この方法によると、スピーカーの出力直後の音に対して音圧レベル調整を行い、低域の音圧レベル上昇の影響を反映した原音に極めて近い音を再生できる。

【0004】 第2に、遅延時間の適正化の技術は、特開平10-161667号公報に記載されているように、短時間に車室内音響空間における非制御帯域の信号伝搬時間を測定して、所望の遅延時間を遅延器に設定するものであって、遅延時間決定部における適応信号処理部は適応信号処理を実行して車室内音響空間における非制御帯域の信号伝搬型を適応フィルタで模擬し、最大係数／遅延時間探索部は適応フィルタの係数値を参照して信号伝搬型のインパルス応答のピーク位置を求め、ピーク位置より信号伝搬時間を求め、制御帯域の信号伝搬時間と非制御帯域の信号伝搬時間との差を遅延時間として遅延器に設定し、制御帯域のオーディオ信号と非制御帯域のオーディオ信号が観測点に同時に到達するようにするものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述した従来の音響特性の制御技術は、聴取点のすべての周波数特性を制御するものではなかった。すなわち、車室であれば運転席の周波数特性を制御できても助手席では制御が不足するという不都合があった。

【0006】 また、特開平10-161667号公報に記載の遅延時間の適正化の技術は、第1のスピーカに対して、補正用の第2のスピーカを別に設けて補正用のス

ピーカのみを補正するものであり、全てのスピーカを補正することが要求されるが、これを満足する技術はないという不都合があった。

【0007】また、実用化されている音場補正システムでは、スーパーウーファーや多数（例えば5点以上）のスピーカを必要とするため、搭載する車種が制限されるという不都合があった。

【0008】そこで、本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正する音場補正方法および音響装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の音場補正方法は、室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定し、上記測定値を解析し、上記解析値を基に、上記室内の所定位置に設置されたスピーカに供給されるオーディオ信号を制御することにより、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するものである。

【0010】また、本発明の音響装置は、室内の任意の位置に設置されたマイクロホンと、上記位置における音響特性を測定する測定手段と、上記測定値を解析する解析手段と、上記室内の所定位置に設置されたスピーカと、上記解析値を基に、上記スピーカに供給されるオーディオ信号を制御する制御手段と、を備え、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するものである。

【0011】従って本発明によれば、以下の作用をする。制御手段の各デジタルフィルタの設定をするために、調整用ディスクを用いてランダム信号を試し再生する。次に、この試し再生の再生音を各マイクロフォンを用いて収音し、デジタルデータに変換した後に、測定手段のシステム制御回路にデジタルデータを取り込み、制御手段のシステム制御回路は所定の演算を実施して各デジタルフィルタの係数を決めて、各デジタルフィルタに音響処理を行わせる。

【0012】制御手段のFIR型のデジタルフィルタをスピーカの数と同等以上搭載し、制御手段のシステム制御回路より供給される係数値に設定することで所定の音響処理を施すようにしている。例えば、4つのスピーカの出力音を制御するために4つのデジタルフィルタを用いる。なお、4つのスピーカの出力音を制御するための音響特性を測定するために4本のマイクロフォンを用いる。

【0013】

【発明の実施の形態】 [音響処理の解析] 本実施の形態について詳細に説明する前に、本実施の形態で行う音響処理の概略を説明する。近年、車載用オーディオ機器の耐振性能の向上に伴い、車室内はオーディオリスニング空間としての重要性が増大している。しかし、家庭とは

リスニング環境や音響特性が大きく異なっているため、これらの改善のためにリスニング環境に関する研究が広く行われている。また、グラフィックイコライザや適応フィルタによる音響特性の改善手法が提案され、製品化されている。しかし、音響モードについて検討して全リスニングポジションにおける音響特性を改善する手法の提案については、従来あまり取り組まれていない。

【0014】本願発明者らは、車室内モデルを用いて実験結果と有限要素法による解析結果を比較し、精度良く音響特性が求められることを確認した。また、音響モードを可視化し音響モードを考慮した補正フィルタによる周波数特性の改善を行った。

【0015】 [有限要素法による車室内音響特性] まず、有限要素法により車室内音響特性の解析を行った。解析モデルの精度を明らかにするため、図2に示す例えば10mm厚のアクリル製1/3スケールの車室内モデルにおいて、車室空間を剛体壁で仮定した場合の代表的な周波数応答比関数(FRRF)の実験及び解析を行った。観測面は搭乗者の耳の位置とし、観測点は後席右側、後席左側、前席右側、前席左側の左耳位置とした（以下、順にA, B, C, D点と呼ぶ。）。検討した周波数は、オーディオでいう低音域にあたり車室内の基本音響モードが現れる600 [Hz] 以下（実車では200 [Hz] 以下に相当する）とした。

【0016】次に、吸音特性を考慮して解析モデルを実車に近づけた場合のA点の周波数特性を求めた。解析モデルは、図2に示したように左右対称に4個のスピーカを配置し、車室空間を構成する6面の吸音壁には既に知られている実車の比音響インピーダンス比より求めたアドミッタンス値を適用した。以下では、この特性について検討を実施する。

【0017】 [補正フィルタの適用] 前席のように聴取位置に後述するモードの節がある場合、そのモードは再生できないものとなる。また、スピーカ設置位置の変更だけでは複数の位置で周波数特性をフラットにすることは困難である。

【0018】そこで、本実施の形態では、スピーカと聴取位置の周波数特性の逆特性を用いた補正フィルタを適用して周波数特性をフラットにするようにした。本実施の形態では、4個のスピーカで、A, B, C, Dの4箇所の周波数特性を独立に制御するようにした。補正フィルタの適用により車室の周波数特性は変化し、搭乗者の耳の位置の周波数特性はフラットになった。また、上述した4カ所の音圧レベルが一定に近づいた。具体的には、補正フィルタの適用により観測面内の音圧差を平均26 [dB] から18 [dB] へ8 [dB] まで安定させることができた。

【0019】このようにして、1/3スケールモデルを用いて、補正フィルタによる周波数特性の改善について検討を行った。補正フィルタの適用により4個のスピーカ

力を制御することで、200 [Hz] 以下の観測点の周波数特性をフラットにし、観測面内の音圧差を低減することができた。

【0020】【音響装置の構成】以下、本実施の形態を説明する。まず、本実施の形態の音響装置の構成を図1を参照しながら説明する。本実施の形態の音響装置は、車両の室内の音場を補正する場合に適用されるものである。

【0021】以下に、音響装置としての光ディスク再生部10の構成を説明する。図1において、光ディスク再生部10は、信号処理系において、ディスクDより信号を読み取る光学ピックアップ11と、光学ピックアップ11により読み取られた信号を高周波増幅してRF再生信号を出力するRF信号処理回路14と、RF再生信号に誤り訂正等の処理を施してオーディオ信号を出力する復調DSP16と、オーディオ信号に所定の音響処理を施すオーディオ用DSP20と、オーディオ用DSP20により音響処理が施されたオーディオ信号を増幅する増幅回路31～34と、自動車1の車室2に配置され再生音を出力するスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBとを有して構成される。

【0022】また、オーディオ用DSP20は、音響処理系において、4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの出力音を制御するために4つのデジタルフィルタ25～28を有して構成される。

【0023】また、光ディスク再生部10は、測定系および制御系において、4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの出力音を制御するための音響特性を測定するための4本のマイクロフォン21～24と、各マイクロフォン21～24を用いて収音されたオーディオ信号を増幅してデジタルデータに変換する増幅器(AMP)およびアナログデジタル変換器(A/D)44と、変換されたデジタルデータを取り込み所定の演算を実施して各デジタルフィルタ25～28の係数を決めて各デジタルフィルタ25～28に音響処理を行わせるシステム制御回路41と、光ディスク再生部10に対する再生動作の指示に相当するキー入力操作が行われる操作キー群42と、操作内容を表示する表示部であるディスプレイ43とを有して構成される。

【0024】また、光ディスク再生部10は、サーボ系において、RF再生信号の復調の際にクロック信号を抽出して抽出されたクロック信号をサーボ制御回路15に供給する再生部制御回路17と、クロック信号および速度エラー信号(VE)に基づいてスピンドルモータ12および送りモータ13に駆動信号を供給し、さらにトラッキングエラー信号(TE)およびフォーカスエラー信号(FE)に基づいて光学ピックアップ11の2軸アクチュエータに駆動信号を供給してサーボ制御を行うサーボ制御回路15と、ディスクDを回転させるスピンドルモータ12と、光学ピックアップ11をディスクDの内

周方向から外周方向に順次移動させる送り(スレッド)モータ13とを有して構成される。

【0025】【音響装置の動作】このように構成された音響装置は、以下のような動作をする。図1において、光学ピックアップ11は、ディスクDより信号を読み取る。光学ピックアップ11により読み取られた信号はRF信号処理回路14により高周波増幅されて、復調DSP16によって誤り訂正等の処理が施され、オーディオ信号としてオーディオ用DSP20に供給される。また、復調の際のRF再生信号は再生部制御回路17に供給される。

【0026】また、スピンドルモータ12はディスクDを回転させ、送り(スレッド)モータ13は光学ピックアップ11をディスクDの内周方向から外周方向に順次移動させる。サーボ制御回路15は、スピンドルモータ12および送りモータ13に駆動信号を供給してサーボ制御を行う。このサーボ制御回路15は再生部制御回路17においてRF再生信号から抽出されるクロック信号に基づいて駆動信号を生成している。また、再生部制御回路17は、上述したほかにシステム制御回路(マイクロコンピュータ(マイコン)41との通信やディスクDのローディング機構や送り機構等のメカニカル機構部の制御も行う。

【0027】操作キー群42により光ディスク再生部10に対する再生動作の指示に相当するキー入力操作が行われると、表示部であるディスプレイ43に操作内容を表示した後に、上述したディスクDの再生動作が実行される。

【0028】具体的には、システム制御回路41からのコマンドに基づいて再生部制御回路17はコントロール信号を生成してサーボ制御回路15に供給する。サーボ制御回路15はスピンドルモータ12および送りモータ13さらに光学ピックアップ11に駆動信号を供給してサーボ制御を行う。これにより、スピンドルモータ12はディスクDを回転させて、送りモータ13は光学ピックアップ11をディスクDの内周方向から外周方向に順次移動させる。

【0029】所定位置で、光学ピックアップ11からディスクDにレーザービームを照射させて光学ピックアップ11の2軸アクチュエータのフォーカスコイルを用いてフォーカスサーボをかけ、光学ピックアップ11の2軸アクチュエータのトラッキングコイルを用いてトラッキングサーボをかける。このようにして、各サーボをかけた後、信号を読み取りデジタルのオーディオ信号の再生を行う。

【0030】まず、ディスクDの最内周のTOC(Table Of Contents)の開始終了アドレス等の情報を読み取った後に曲(トラック)の再生を行う。このようにして、トラックの再生が実行され、デジタルのオーディオデータがオーディオ用DSP20に供

給される。オーディオ用DSP20ではオーディオデータに対して後述する所定の音響処理が施される。オーディオ用DSP20により音響処理が施されたオーディオデータはアナログのオーディオ信号に変換され、增幅回路31～34により増幅され、自動車1の車室2に配置されたスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBより再生音として出力される。

【0031】[デジタルフィルタの動作] 本実施の形態では、特に、オーディオ用DSP20内に、FIR型のデジタルフィルタ25～28をスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの数と同等以上搭載し、システム制御回路41より供給される係数値に設定することで所定の音響処理を施すようにしている。図1においては、4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの出力音を制御するために4つのデジタルフィルタ25～28を搭載した例を示した。なお、4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの出力音を制御するための音響特性を測定するために4本のマイクロフォン21～24を用いている。

【0032】なお、実際の制御では、まず各デジタルフィルタ25～28の設定をするために、調整用ディスクを用いてランダム信号を試し再生する。次に、この試し再生の再生音を各マイクロフォン21～24を用いて収音し、増幅器(AMP)およびアナログデジタル変換器(A/D)44によってデジタルデータに変換した後に、システム制御回路41にデジタルデータを取り込み、所定の演算を実施して各デジタルフィルタの係数を決めて、各デジタルフィルタに音響処理を行わせる。なお、各デジタルフィルタの特性の求め方については、後に詳細に説明する。

【0033】[応用例] 上述した本実施の形態は、光ディスク再生部10のシステム制御部41がデジタルフィルタ25～28の係数値を設定する例を示したが、これに限らず、搭載車種に合わせて係数が記憶された外部半導体メモリから係数値を読み出してデジタルフィルタ25～28に供給するようにしても良い。また、係数値が記録されたディスクDを再生することにより係数値を読み出してフラッシュROMなどに記憶させるようにしても良い。また、フロッピーディスクや光磁気記録媒体(MO, MD)に係数値を記録して供給するようにしても良い。

【0034】また、上述した本実施の形態では、4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの出力音を制御するための音響特性を測定するために4本のマイクロフォン21～24を用いる例を示したが、これに限らず、1本のマイクロフォンを用いて4本のマイクロフォンに相当する位置で4回測定するようにしても良い。

【0035】[各デジタルフィルタの特性の求め方] 次に、各デジタルフィルタの特性の求め方を説明する。図2に、本実施の形態のシミュレーションモデルを示す。

10

20

30

40

50

図2において、車室空間において音源として左右の前方および後方の4つのスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBによる音響特性を解析するためにシミュレーション面50を図2のように設定した。図2におけるシミュレーション面50は実車での搭乗員の耳の高さにあたる面である。

【0036】図3に、本実施の形態の各デジタルフィルタの特性の求め方を示した。例えば、図3において、F1～F4を各音源として、X1を応答点とすると、応答点X1は各音源F1～F4と応答点X1の間に成立するH**という伝達関数によって次式のように表される。

【0037】

【数1】
$$X_1 = H_{11} \times F_1 + H_{12} \times F_2 + H_{13} \times F_3 + H_{14} \times F_4$$

【0038】ここで、H**は伝達関数H(S)である。従って、位相特性も制御が必要である。さらに、各項は互いに従属でないものとして扱っている。

【0039】よって、各応答点(X1～X4)について同様な式を考え得るならば図3右上に示した行列式が得られる。これより、音源F1～F4は図3右下の行列式のように表され、 $X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = \text{定数}$ として逆行列を解くことにより音源の特性が得られる。各スピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの周波数特性がフラットと考えると音源F1～F4が求めたい制御系のフィルタの特性となる。例えば、各フィルタの周波数特性は、各周波数毎に最小2乗法などにより上述の行列式を解いていけば求める特性が得られる。

【0040】[実際の設定例] 実際の設定においては、例えば、M系列信号(疑似ランダム信号)などをスピーカから発生させ、マイクロフォン出力(再生信号)と車室内の応答との相互相関をもとに車室内のインパルス応答を求める。求めたインパルス応答にFET演算を施して周波数特性が得られたら上述の行列式を満足するようにフィルタの周波数特性を求める。図10Aはこのようにして求められた測定データから求めた運転席側の音源の周波数特性(目標値)を示す。この周波数特性を満足するように、デジタルフィルタの係数を設定する。図10Bは運転席側の音源に対してデジタルフィルタの係数を適当に選択して得られた周波数特性を示す。

【0041】[シミュレーション結果例] シミュレーションは、図2に示したように実車の左右のフロントスピーカ、リアスピーカに当たる4点の位置に音源4個を設定して行った。図4は、本実施の形態のフィルタをかけない状態での運転席の応答および助手席の応答を示した。また、図5に、本実施の形態のフィルタをかけない状態の音響モードの周波数での音圧分布を示した。図5は、図2のシミュレーション面50を上から見て、モデルの前方を左側にした状態での音圧分布を示した。

【0042】各音源を同じ音圧(100[dB])に設定すると、図4Aに示す運転席、図4Bに示す助手席と

も最大で30[dB]程度のピークが発生しており、500[Hz]以上で変動が大きいことが分かる。図5に示すモード(Mode)1~10は、各音響モードにあたり、各定在波を示すものである。なお、各モードの周波数は、モード1:243Hz, モード2:306Hz, モード3:390Hz, モード4:453Hz, モード5:528Hz, モード6:549Hz, モード7:615Hz, モード8:624Hz, モード9:636Hz, モード10:657Hz, である(以下の図においても同じ。)。

【0043】図6は、本実施の形態のフィルタをかけた状態での運転席の応答および運転席側フロントの音源を示した。図7は、本実施の形態のフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布を示した。図7において、応答点(測定点)は、モード1上の黒丸●に設定した。この点は運転者と助手席搭乗者の左耳、右耳の位置に当たる。図6Aに示す運転席の応答では、左右の耳の位置で周波数特性がフラットに制御されていることが分かる。ここで、特に図示はしていないが、助手席においても同様の結果が得られている。図6Bに示す運転席の音源は、運転席側フロントの音源のフィルタの周波数特性である。図7に示す音圧分布において、フィルタのない場合と比較して、全体的に音圧が均一であり、測定点(各搭乗者の耳の位置)での音圧はフラットに制御される。

【0044】図8は、本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態での運転席の応答および運転席側フロントの音源を示した。図9は、本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布を示した。図9において、応答点(測定点)は、モード1上の黒丸●に設定した。この点は全搭乗者(4人)の左耳の位置に当たる。図8Aに示す運転席の応答では、左右の耳の位置で周波数特性がフラットに制御されていることが分かる。図8Bに示す運転席の音源は、運転席側フロントの音源のフィルタの周波数特性である。図9に示す音圧分布において、モード7、10では音圧分布の不均一が見られるが、測定点(搭乗者の耳の位置あたり)に限れば全モードにわたって音圧は安定していることが分かる。

【0045】上述した本実施の形態の音場補正方法は、室内2の任意の位置にマイクロホン21~24を設置し、上記位置における音響特性を測定し、上記測定値を解析し、上記解析値を基に、上記室内2の所定位置に設置されたスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBに供給されるオーディオ信号を制御することにより、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するので、室内の周波数特性を変化させて、観測位置の周波数特性をフラットにすることことができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0046】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記測定位置は聴取位置に設置するので、聴取者の聴取位置である耳の位置の周波数特性をフラットにすることことができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0047】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記測定点数と同数のスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正するので、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることことができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0048】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記室内2の略全域の聴取位置の周波数特性を補正するので、室内2の全ての聴取位置の周波数特性をフラットにすることでき、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0049】また、本実施の形態の音場補正方法は、上述において、上記室内2は車両1の室内2であるので、音場に定在波が発生し易い車室において、観測位置の周波数特性をフラットにすることでき、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0050】また、本実施の形態の音響装置は、室内2の任意の位置に設置されたマイクロホン21~24と、上記位置における音響特性を測定する測定手段としてのシステム制御回路41と、上記測定値を解析する解析手段としてのシステム制御回路41と、上記室内の所定位置に設置されたスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBと、上記解析値を基に、上記スピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBに供給されるオーディオ信号を制御する制御手段としてのシステム制御回路41と、を備え、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するので、室内の周波数特性を変化させて、観測位置の周波数特性をフラットにすることでき、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0051】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記測定手段としてのシステム制御回路41による測定位置は聴取位置に設置するので、聴取者の聴取位置である耳の位置の周波数特性をフラットにすることでき、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0052】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記制御手段としてのシステム制御回路41は、上記測定手段としてのシステム制御回路41による測定点数と同数のスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RBと、

R Bの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正するので、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0053】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記制御手段としてのシステム制御回路41は、上記室内の略全域の聴取位置の周波数特性を補正するので、室内の全ての聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0054】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記制御手段としてのシステム制御回路41は、演算手段と、供給されるオーディオ信号を制御するスピーカ3LF, 3RF, 3LB, 3RB数と同一またはそれ以上の数のFIR型デジタルフィルタ25～28とを有するので、スピーカの増設の場合にも、スピーカの数に対応する数のFIR型デジタルフィルタを用いて、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0055】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記演算手段は、上記FIR型デジタルフィルタ25～28における係数を演算するので、測定点の音源の伝達関数の逆特性となるように係数を演算することにより、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0056】また、本実施の形態の音響装置は、上述において、上記室内2は車両1の室内2であるので、音場に定在波が発生し易い車室2において、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができる。

【0057】

【発明の効果】この発明の音場補正方法は、室内の任意の位置にマイクロホンを設置し、上記位置における音響特性を測定し、上記測定値を解析し、上記解析値を基に、上記室内の所定位置に設置されたスピーカに供給されるオーディオ信号を制御することにより、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するので、室内の周波数特性を変化させて、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0058】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記測定位置は聴取位置に設置するので、聴取者の聴取位置である耳の位置の周波数特性をフラットに

することができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0059】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記測定点数と同数のスピーカの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正するので、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0060】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記室内の略全域の聴取位置の周波数特性を補正するので、室内の全ての聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0061】また、この発明の音場補正方法は、上述において、上記室内は車両の室内であるので、音場に定在波が発生し易い車室において、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0062】また、この発明の音響装置は、室内の任意の位置に設置されたマイクロホンと、上記位置における音響特性を測定する測定手段と、上記測定値を解析する解析手段と、上記室内の所定位置に設置されたスピーカと、上記解析値を基に、上記スピーカに供給されるオーディオ信号を制御する制御手段と、を備え、任意の聴取位置において定在波を制御し、周波数特性を補正するので、室内の周波数特性を変化させて、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0063】また、この発明の音響装置は、上述において、上記測定手段による測定位置は聴取位置に設置するので、聴取者の聴取位置である耳の位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0064】また、この発明の音響装置は、上述において、上記制御手段は、上記測定手段による測定点数と同数のスピーカの周波数特性を制御することにより、上記測定点の周波数特性を補正するので、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0065】また、この発明の音響装置は、上述において、上記制御手段は、上記室内の略全域の聴取位置の周波数特性を補正するので、室内の全ての聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測

面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0066】また、この発明の音響装置は、上述において、上記制御手段は、演算手段と、供給されるオーディオ信号を制御するスピーカ数と同一またはそれ以上の数のFIR型デジタルフィルタとを有するので、スピーカの増設の場合にも、スピーカの数に対応する数のFIR型デジタルフィルタを用いて、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0067】また、この発明の音響装置は、上述において、上記演算手段は、上記FIR型デジタルフィルタにおける係数を演算するので、測定点の音源の伝達関数の逆特性となるように係数を演算することにより、任意の聴取位置の周波数特性をフラットにすることができ、また、測定位置の音圧レベルを一定に近づけることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【0068】また、この発明の音響装置は、上述において、上記室内は車両の室内であるので、音場に定在波が発生し易い車室において、観測位置の周波数特性をフラットにすることができ、これにより、観測面内の音圧差を低減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態の音響装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態のシミュレーションモデルを示す図である。

【図3】本実施の形態の各フィルタの特性の求め方を示す図である。

【図4】本実施の形態のフィルタをかけない状態での運

転席の応答および助手席の応答を示す図であり、図4Aは運転席の応答、図4Bは助手席の応答を示す図である。

【図5】本実施の形態のフィルタをかけない状態の音響モードの周波数での音圧分布を示す図である。

【図6】本実施の形態のフィルタをかけた状態での運転席の応答および運転席側の音源を示す図であり、図6Aは運転席の応答、図6Bは運転席側の音源を示す図である。

【図7】本実施の形態のフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布を示す図である。

【図8】本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態での運転席の応答および運転席側の音源を示す図であり、図8Aは運転席の応答、図8Bは運転席側の音源を示す図である。

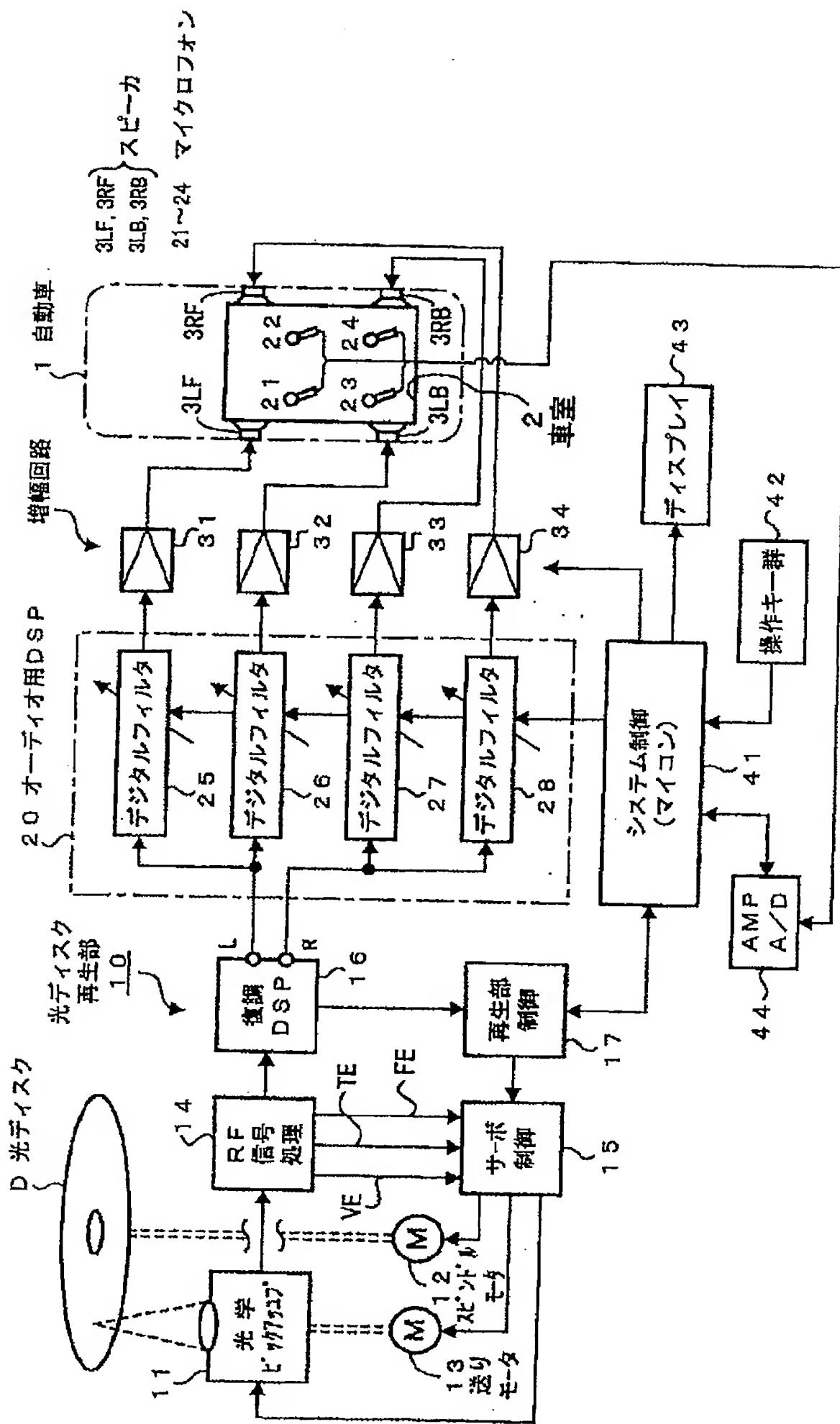
【図9】本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布を示す図である。

【図10】本実施の形態の周波数特性を示す図であり、図10Aは測定データから求めた周波数特性（目標値）、図10Bはデジタルフィルタの係数を適当に選択して得られた周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

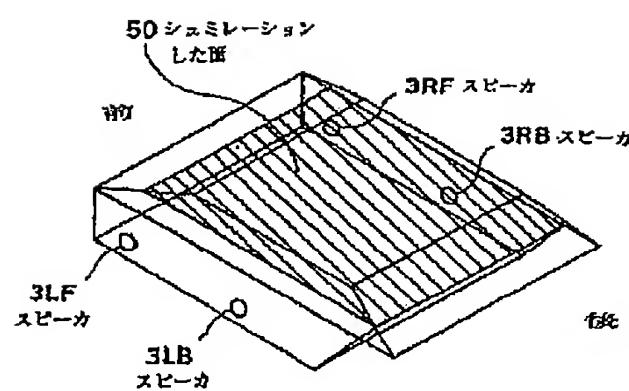
1…自動車、2…車室、3LF, 3RF, 3LB, 3RB…スピーカ、10…光ディスク再生部、11…光学ピックアップ、12…スピンドルモータ、13…送りモータ、14…RF信号処理回路、15…サーボ制御回路、16…復調DSP、17…再生部制御回路、20…オーディオ用DSP、21, 22, 23, 24…マイクロフォン、25, 26, 27, 28…デジタルフィルタ、31, 32, 33, 34…增幅回路、41…システム制御回路、42…操作キー群、43…ディスプレイ、44…AMPおよびA/D、50…シミュレーションした面、

【图1】



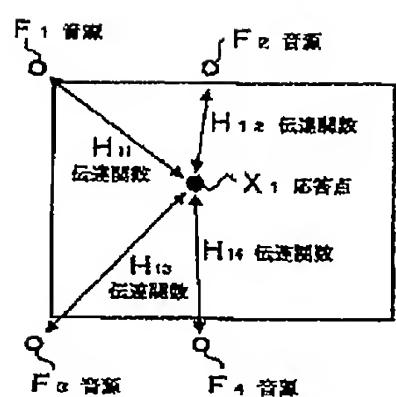
本実施の形態の音響装置の構成を示すブロック図

【図2】



本実施の形態のシュミレーションモデル

【図3】



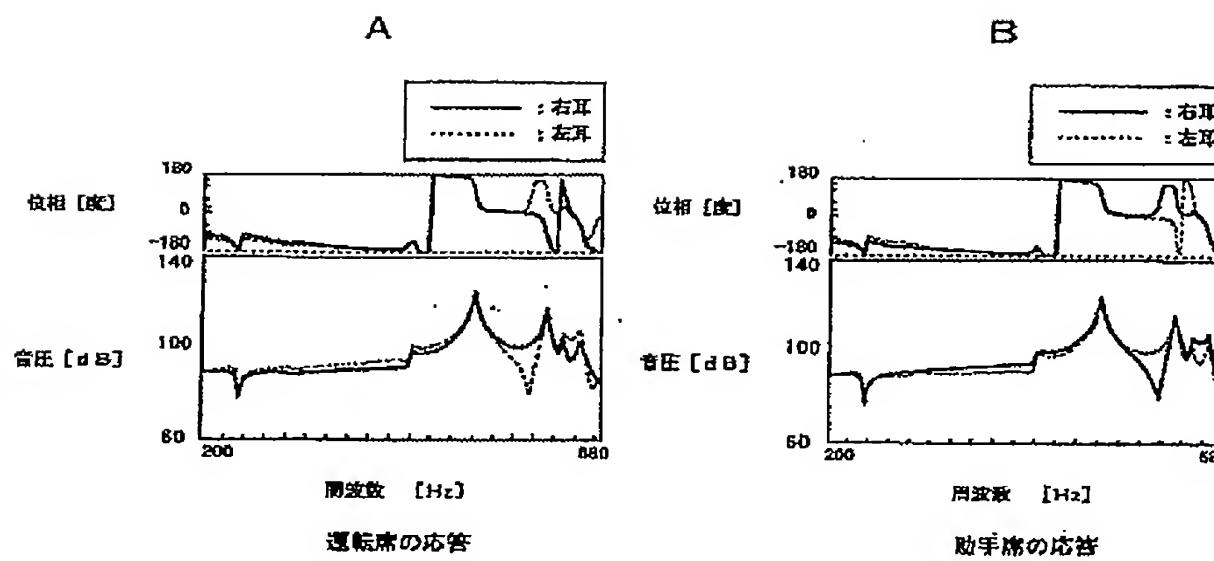
$$\begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} & H_{14} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} & H_{24} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} & H_{34} \\ H_{41} & H_{42} & H_{43} & H_{44} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{Bmatrix}$$



$$\begin{Bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} & H_{14} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} & H_{24} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} & H_{34} \\ H_{41} & H_{42} & H_{43} & H_{44} \end{Bmatrix}^{-1} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{Bmatrix}$$

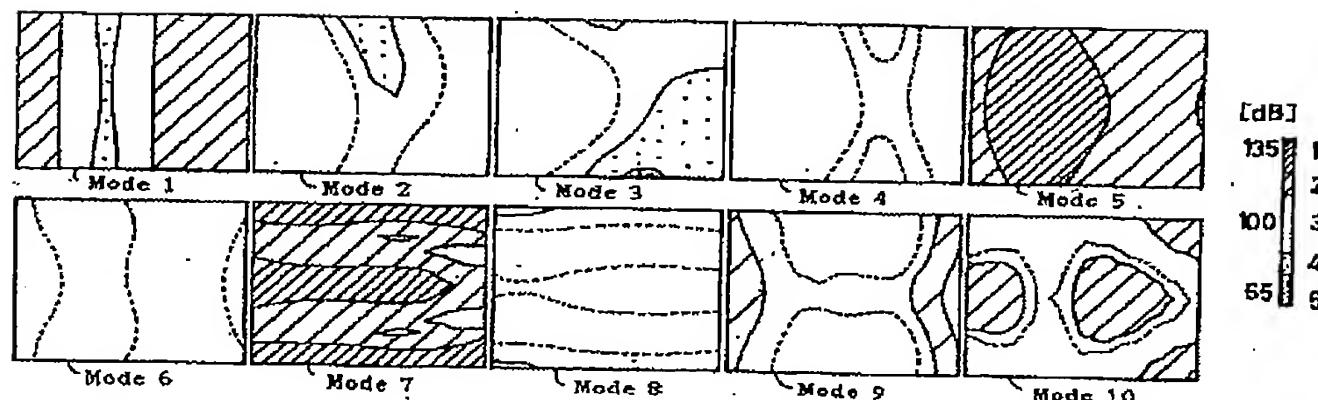
本実施の形態の各フィルタの特性の求め方

【図4】



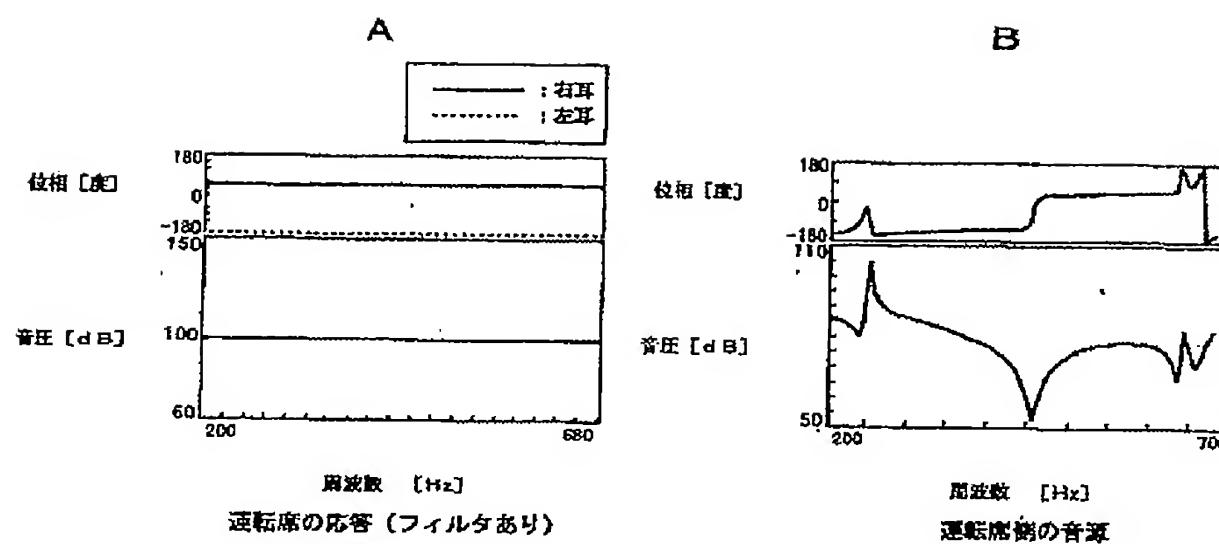
本実施の形態のフィルタをかけない状態での運転席の応答および助手席の応答

【図5】



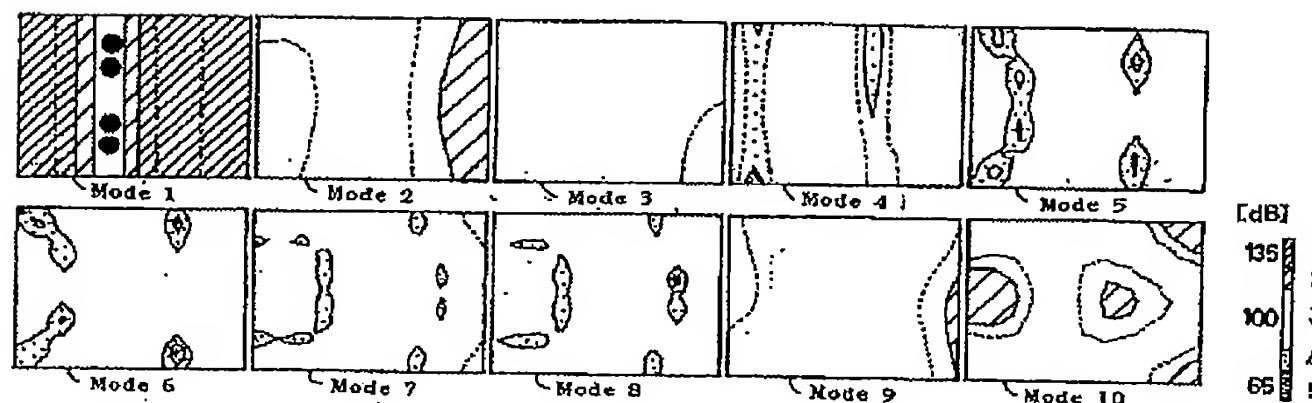
本実施の形態のフィルタをかけない状態の音響モードの周波数での音圧分布

【図6】



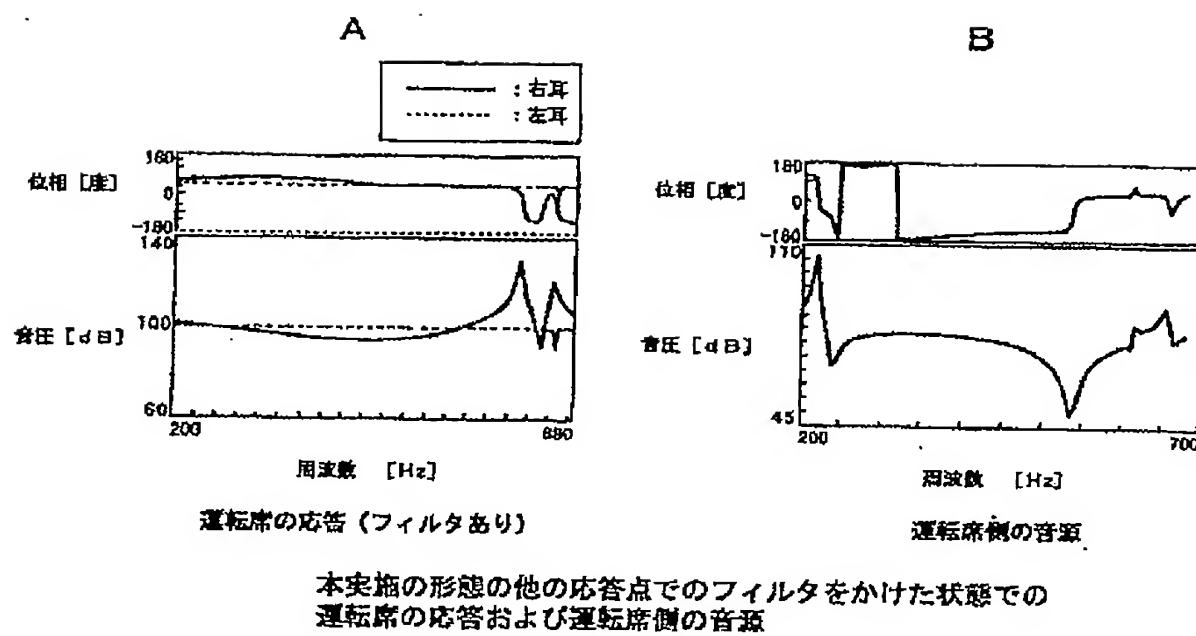
本実施の形態のフィルタをかけた状態での運転席の応答および
運転席側の音源

【図7】



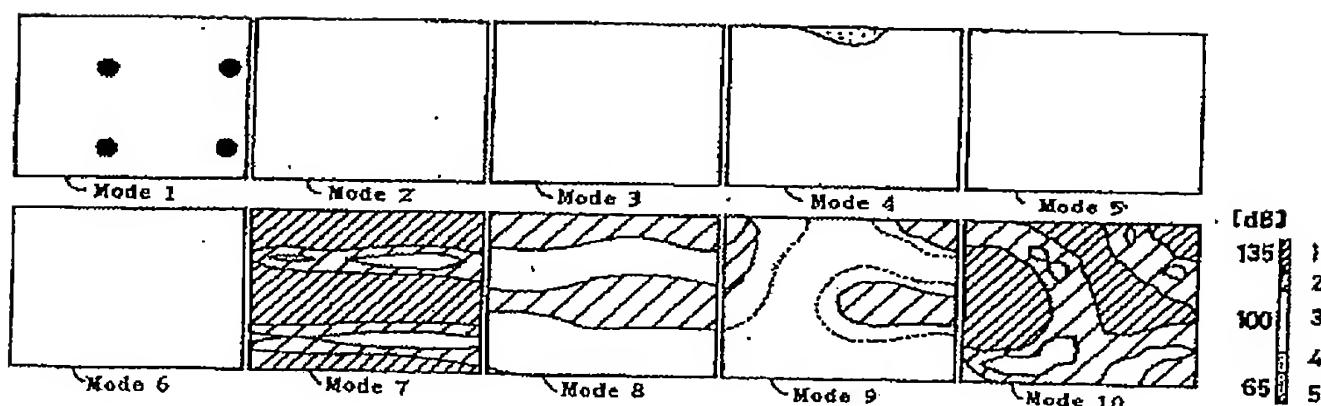
本実施の形態のフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布

【図8】



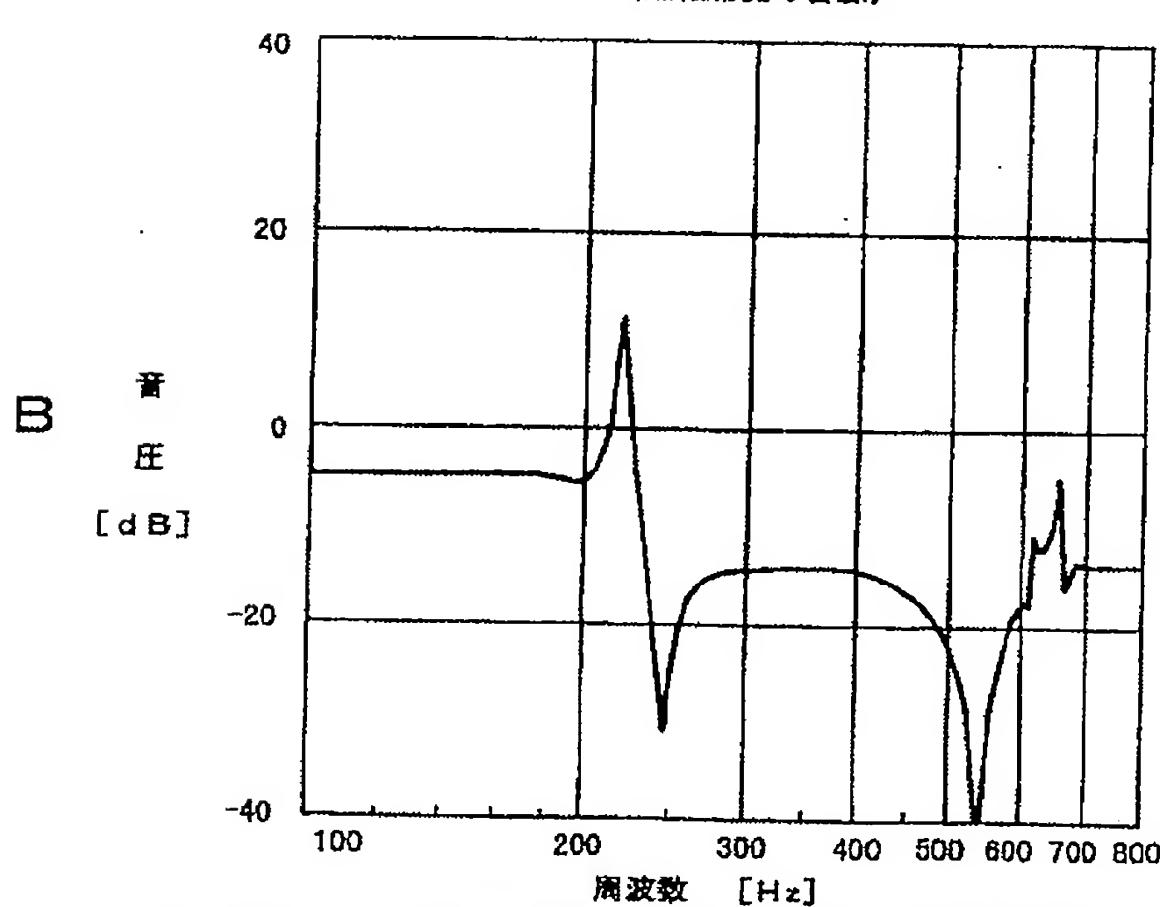
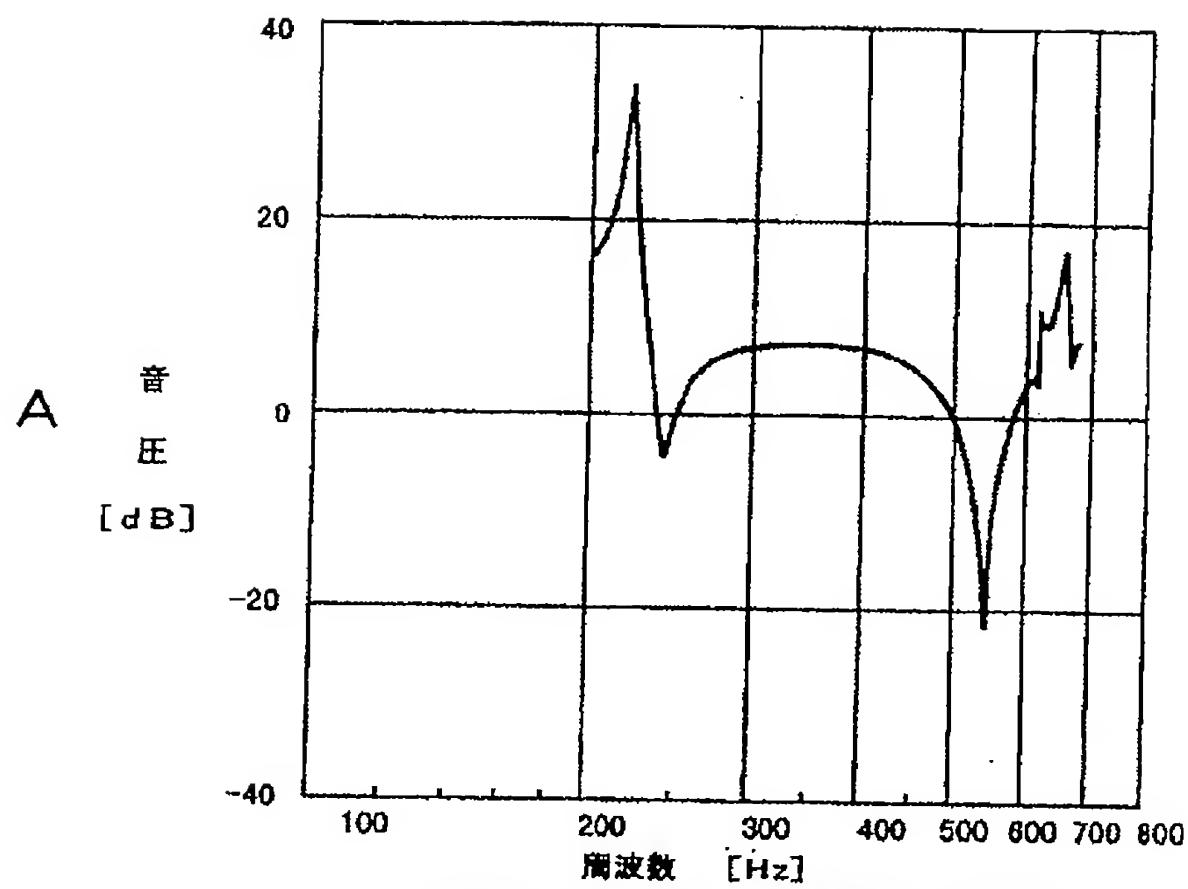
本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態での
運転席の応答および運転席側の音源

【図9】



本実施の形態の他の応答点でのフィルタをかけた状態の音響モードの周波数での音圧分布

【図10】



本実施の形態の周波数特性を示す図

フロントページの続き

(72)発明者 戸井 武司
東京都文京区春日1丁目13番27号 中央大
学理工学部内

(72)発明者 佐藤 正樹
東京都文京区春日1丁目13番27号 中央大
学理工学部内
F ターム(参考) 5D020 CD01 CE02
5D062 CC11 CC12 CC15 CC16